

**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**  
**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

# **EVAPORAÇÃO E EVAPOTRANSPIRAÇÃO**

**(Apontamentos para aulas de GEOGRAFIA FÍSICA)**

**José Alexandre Andrade**

**ÉVORA, 2019**

## ÍNDICE

1. Algumas definições.....	1
2. Factores de que depende a evapotranspiração.....	1
3. Medição e estimativa da evapotranspiração .....	2
3.1. Aspectos gerais.....	2
3.2. Método de Penman.....	3
3.3. Método de Thornthwaite .....	7
4. Exercícios propostos.....	8
BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA.....	8
ANEXO A – Instrumentos meteorológicos (Evaporação e evapotranspiração.....	10
ANEXO B – Cálculo da ETP pelo método de Penman (Impresso).....	11
ANEXO C – Cálculo da evapotranspiração potencial pelo método de Penman	
ANEXO C1 – Valores médios da Insolação Máxima em horas.....	12
ANEXO C2 – Tensão de saturação de vapor de água em função da temperatura média do ar.....	13
ANEXO C3 – Conversão da velocidade do vento para uma altura de 2 metros acima da superfície terrestre.....	14
ANEXO C4 – Valores de $f(V)$ para a altura de 2 m acima da superfície terrestre.....	15
ANEXO C5 – Valores do factor W para diferentes temperaturas e altitudes.....	16
ANEXO C6 – Radiação solar no topo da atmosfera expressa no equivalente em $\text{mm dia}^{-1}$ .....	17
ANEXO C7 – Factor de conversão da radiação solar no topo da atmosfera em balanço da radiação de pequeno comprimento de onda para o albedo de 0,20 e para diferentes valores de percentagem de insolação.....	18
ANEXO C8 – Efeitos da temperatura do ar, da tensão de vapor e da percentagem.....	19
ANEXO C9 – Conversão de $\text{Km hora}^{-1}$ em $\text{m s}^{-1}$ .....	20
ANEXO C10 – Factor de ajustamento (c).....	21
ANEXO D - Cálculo da Evapotranspiração potencial pelo método de Thornthwaite (Impresso).....	22
ANEXO E - Cálculo da Evapotranspiração potencial pelo método de Thornthwaite	
ANEXO E1- Índice calórico.....	23
ANEXO E2 – Valores diários da evapotranspiração potencial não ajustada para diferentes temperaturas médias e valores do índice calórico anual.....	24
ANEXO E3 - Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada para temperaturas médias superiores a $26,5^{\circ}\text{C}$ .....	32

## LISTA DE SÍMBOLOS

a	constante empírica (método de Penman)
$a_i$	parâmetro dependente do índice calórico (método de Thornthwaite)
b	constante empírica (método de Penman)
c	factor de ajustamento (método de Penman)
DS	défice de saturação (Pa, $\text{g m}^{-3}$ ou %)
E	evaporação de água ( $\text{g m}^2 \text{s}^{-1}$ ou mm)
$e_a$	tensão (ou pressão) de vapor actual (kPa)
$e_s$	tensão máxima de vapor de água (kPa)
ET	evapotranspiração (mm)
ETP	evapotranspiração potencial (mm)
ETR	evapotranspiração real (mm)
f	factor de ajustamento da evapotranspiração potencial (método de Thornthwaite)
g	aceleração da gravidade ( $9,8 \text{ m s}^{-2}$ )
HR	humidade relativa (%)
i	índice calórico mensal
I	índice calórico anual
$l_i$	insolação astronómica (em horas) (método de Thornthwaite)
n	insolação real (horas)
<i>N</i>	<i>(1) insolação astronómica (horas)</i>
	<i>(2) nº de dias do mês (método de Thornthwaite)</i>
P	pressão atmosférica (kPa ou mmHg)
q	humidade específica ( $\text{kg kg}^{-1}$ )
$R_n$	balanço de radiação ou a radiação líquida ( $\text{W m}^{-2}$ )
$R_{nl}$	radiação de grande comprimento de onda ( $\text{W m}^{-2}$ )
$R_{ns}$	radiação de curto comprimento de onda ( $\text{W m}^{-2}$ )
$S_{\downarrow}$	radiação solar global ( $\text{W m}^{-2}$ )
$S_{\uparrow}$	radiação solar reflectida ( $\text{W m}^{-2}$ )
$S_{\text{atm}}$	irradiância no topo da atmosfera ( $\text{W m}^{-2}$ )
$S_g$	radiação solar global ( $\text{W m}^{-2}$ )
<b>t</b>	<b>tempo (s, horas)</b>
<b>T</b>	<b>(1) transpiração das plantas (<math>\text{g m}^2 \text{s}^{-1}</math> ou mm)</b>



## 1. ALGUMAS DEFINIÇÕES

A **evaporação** é o processo físico pelo qual uma substância transita do estado líquido para o estado gasoso. Esta transição de fase ocorre sobretudo à superfície do globo, através dos oceanos, dos mares interiores, dos lagos, dos rios e dos solos. A energia necessária, por unidade de massa, para esta transição denomina-se **calor latente de vaporização** ( $\lambda$ ) que, no caso da água, é de aproximadamente  $2,45 \text{ MJ Kg}^{-1}$  a  $20^\circ\text{C}$ . A **transpiração** é um processo físico pelo qual a água líquida que os seres vivos contêm é transformada em vapor de água no ar em seu redor. A evaporação e a transpiração exprimem-se em **mm** ou em  **$\text{g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$** .

A **evapotranspiração (ET)** é o processo combinado de evaporação a partir da superfície do solo e dos seres vivos (nomeadamente as plantas) e de transpiração através da superfície dos seres vivos. As unidades são as da evaporação e da transpiração. A **evapotranspiração potencial (ETP)** é a evapotranspiração que ocorre sempre que a taxa de perda de água não é influenciada pelo teor de água disponível à superfície do solo e das plantas, isto é, sempre que a disponibilidade em água não constitui factor limitante. Por esta razão a evapotranspiração potencial é sinónimo de **necessidade em água**, a que permitiria ao solo manter permanentemente um grau óptimo de humidade correspondente à quantidade necessária para o bom desenvolvimento das plantas no solo. A **evapotranspiração real (ETR)** é a evapotranspiração que ocorre em condições reais, isto é, de acordo com as características reais do solo e das plantas. A evapotranspiração exprime-se, naturalmente, em milímetros ou em  **$\text{g m}^{-2} \text{ s}^{-1}$** .

A evaporação e a evapotranspiração são processos que ligam a hidrosfera, a litosfera e a biosfera à atmosfera e condicionam marcadamente a evolução do ciclo hidrológico. A evapotranspiração influencia a energética da atmosfera e altera as características da massa de ar. O **calor latente (LE)**, associado à evapotranspiração, é um parâmetro do Balanço Energético de uma superfície (solo, folha,...) e resulta da multiplicação aritmética da água evapotranspirada (ET) pelo respectivo calor latente de vaporização ( $\lambda$ ) e, por isso, exprime-se em  **$\text{W m}^{-2}$** .

## 2. FACTORES DE QUE DEPENDE A EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Três tipos de factores influenciam a evapotranspiração: disponibilidade em água, factores ligados às plantas e factores meteorológicos. A **disponibilidade em água**

depende sobretudo do estado hídrico do solo e do coberto vegetal ou ainda do orvalho, da água interceptada pelo coberto e da irrigação em certas áreas. Entre os **factores ligados às plantas** salientam-se a resistência interna da planta ao fluxo de água (que depende por sua vez do potencial de água e da temperatura da folha, da altura do dia, da radiação fotossinteticamente activa, do estado de desenvolvimento e do tipo de planta), o índice de área foliar (que depende do estado de desenvolvimento e tipo de planta), o tipo de coberto vegetal (que depende da rugosidade da cultura e altura) e também os caracteres morfológicos da planta (que dependem do tamanho, da pubescência e da cor da folha). Os **factores meteorológicos** mais importantes são a radiação líquida (que depende da altura do dia, da altura do ano e da nebulosidade), a advecção de calor sensível (global, regional ou local), o vento (dependente da circulação geral da atmosfera e da pressão), a humidade (da qual depende o défice de saturação e a abertura estomática) e a temperatura (da qual depende, por sua vez, da tensão de saturação do ar, do calor latente de vaporização e da abertura estomática).

### 3. MEDIÇÃO E ESTIMATIVA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO

#### 3.1. Aspectos gerais

##### a) medição

A evaporação é medida por **evaporímetros** (evaporímetro de Piche, evaporímetro de 250 cm<sup>2</sup> de boca e tina de evaporação de classe A); para medir a evapotranspiração usam-se **lisímetros** (evapotranspirómetros, lisímetros flutuantes e lisímetros de peso) (ANEXO A).

##### b) estimativa

A evapotranspiração (ou a evaporação) pode ser estimada a partir de métodos climatológicos, de métodos micrometeorológicos ou a partir do método hidrológico.

É possível estimar a ET pelo método do balanço hídrico (ou **método hidrológico**) se forem conhecidos os valores de precipitação, da variação do teor de água no solo e do escoamento (superficial e subsuperficial). Este método é aplicado em qualquer escala (zonas litorais e interiores, pequenas áreas e até plantas individuais).

Os **métodos climatológicos** baseiam-se apenas no efeito do clima (ou das condições meteorológicas) sobre a evapotranspiração: algumas fórmulas baseiam-se na temperatura do ar como a de Thornthwaite [ $ET = f(T_a, n.)$ ], de Blaney-Criddle [ $ET = f(T_a, HR, \phi)$ ] e de Linacre [ $ET = f(T_a, T_o, Alt., \phi)$ ]; outras baseiam-se na radiação solar como

as de Jansen-Haise [ $ET = f(Rad, T_a)$ ] e da Radiação – FAO24 [ $ET = f(S_{atm}, Neb/n, T_a, V, HR, Alt)$ ]. As fórmulas baseadas na combinação do balanço energético e do transporte turbulento de vapor constituem os métodos combinados, entre os quais se destacam o de Penman [ $ET = f(T_a, HR, V, S_{atm}, Neb/n/Sg, \phi, Alt.)$ ] e o de Penman-Monteith [ $LE = f(R_n, G, T_a, HR, V, r_a, r_c, \phi, Alt.)$ ]. Neb., Alt., Rad, V,  $r_{va}$  e  $r_s$  significam, respectivamente, a nebulosidade, a altitude, a radiação solar, o vento, a resistência da camada-limite ao vapor de água e a resistência dos estomas da cultura.  $T_a$ , HR, n,  $T_o$ ,  $S_{atm}$ , G, Sg e  $\phi$  têm o significado habitual.

Entre os **métodos micrometeorológicos** destacam-se os de transporte de massa [ $E = f(T_a, HR)$ ], mais rigorosos para o cálculo da evaporação que da evapotranspiração, o método aerodinâmico [ $E = f(q, V)$ ], métodos de cálculo a partir do balanço energético, sejam baseados na relação de Bowen [ $LE = f(R_n, G, H)$ ], na temperatura do coberto vegetal ou na determinação do fluxo de calor sensível pela correlação por turbulência, os métodos que determinam o calor latente como o do balanço energético-razão de Bowen e os métodos de resistência [ $LE = f(T_a, HR, r_{va}, r_s, \rho_a)$ ] e ainda os baseados na correlação por turbulência (eddy correlation)” [ $E = f(e_a, P, \varepsilon, \rho_a, \text{vel. vertical do ar})$ ].

Dos mais utilizados em Agrometeorologia salientam-se o **método de Penman** (equação de Penman-FAO24) e o **método de Thornthwaite**.

### 3.2. Método de Penman

Para a determinação da evapotranspiração potencial pelo método de Penman são necessários dados climáticos de **temperatura** ( $T$ , em  $^{\circ}C$ ), de **humidade relativa** (HR, em %), da **velocidade do vento** ( $V$ , em  $Km\ dia^{-1}$  a 2 metros de altura) e da **insolação real** ( $n$ , em  $horas\ dia^{-1}$ ) ou da **radiação solar global** ( $Sg$ , em  $W\ m^{-2}$ ). Os dados utilizados para o cálculo de ETP são valores diários médios e representam, normalmente, a média de dados mensais ou relativos a períodos de 10 dias (décadas).

A **Equação de Penman-FAO24** é uma forma da equação de Penman para a estimativa da evapotranspiração potencial:

$$ETP = c [W.R_n + (1-W).f(V). (e_s - e_a)] \quad (mm\ dia^{-1}) \quad (1)$$

onde **ETP** é a evapotranspiração potencial em  $mm\ dia^{-1}$ , **1-W** é um factor de ponderação que tem em conta o efeito conjunto do vento e da humidade sobre a ETP, enquanto que **W** é um factor que tem em conta o efeito da radiação na ETP, **R<sub>n</sub>** é a radiação líquida ou

balanço de radiação,  $f(V)$  é uma função empírica do vento,  $e_s - e_a$  é o défice de saturação de vapor do ar atmosférico (em mb), em que  $e_s$  é a tensão máxima de saturação do vapor de água e  $e_a$  é a tensão actual (ou real) do vapor de água e  $c$  é um factor de ajustamento que permite compensar o efeito das características climáticas dos períodos diurno e nocturno nas condições climáticas regionais.

**W.Rn** é o parâmetro radiativo e **Ea**  $[(1-W).f(V).(e_s - e_a)]$  o parâmetro aerodinâmico. Em seguida descrevem-se as diferentes variáveis e os respectivos métodos de cálculo. Os valores obtidos podem ser transcritos no impresso que se apresenta no ANEXO B.

a) **defício de saturação (=  $e_s - e_a$ )**

A humidade do ar influencia a ETP (ver parágrafo 2). Na equação de Penman a humidade do ar exprime-se através do défice de saturação do ar (DS, em mb), que é a diferença entre a tensão de vapor de água saturante ( $e_s$ ) e a tensão de vapor de água actual ( $e_a$ ). A tensão de saturação depende da temperatura (ANEXO C2). A tensão de vapor de água actual obtém-se a partir de  $e_s$  e dos valores da Humidade Relativa (HR, em %), medidos ou calculados a partir das temperaturas do ar ( $T_a$ ) e da temperatura do termómetro molhado ( $T_w$ , em °C) ou da temperatura do ponto de orvalho ( $T_o$ , em °C):

$$HR (\%) = (e_a / e_s) \times 100 \quad (2)$$

Toma-se o valor de HR referente às 9 horas ou, em alternativa, a média dos valores relativos às três (ou duas) horas para as quais há registos. Se os valores de  $e_a$  forem expressos em mmHg, para que sejam convertidos em milibares devem ser multiplicados por 1,33 (= 1013/766).

b) **função da velocidade do vento [ $f(v)$ ]**

O efeito do vento sobre a ETP é contabilizado na equação de Penman através da seguinte expressão:

$$f(v) = 0,27 \left(1 + \frac{v_2}{100}\right) \quad (3)$$

onde o  $v_2$  é o percurso médio do vento durante em 24 horas (em km  $\text{dia}^{-1}$ ) medido à altura de 2 metros acima do terreno. Quando a medição do vento não é efectuada a 2 metros, é necessário fazer a conversão para esta altura multiplicando os valores medidos por factores de conversão diários ou mensais (ANEXO C3).  $F(v)$  também poder ser determinado através da tabela constante do ANEXO C4.

c) **factores (1-W) e W**



$W [= \Delta/(\Delta + \gamma)]$  é um factor de ponderação que depende da temperatura e da altitude a que se reportam os dados climáticos obtidos:  $\Delta$  é a taxa de variação da tensão máxima de vapor de água em função da temperatura do ar (ou a tangente à curva das tensões máximas em função da temperatura do ar) e  $\gamma$  é a constante psicrométrica (0,65 mb °C<sup>-1</sup>). (1-W) afecta a parcela aerodinâmica (ou parâmetro aerodinâmico) da equação de Penman-FAO24, tendo em conta o efeito conjunto do vento e da humidade sobre a ETP, enquanto que W afecta a parcela radiativa (ou parâmetro radiativo), tendo em conta o efeito da radiação sobre a ETP. Os valores de W podem ser obtidos a partir da tabela do ANEXO C5.

d) **radiação líquida** ou **balanço de radiação ( $R_n$ )**

A **radiação líquida** é a diferença entre os balanços de radiação de curto comprimento de onda ( $R_{ns}$ ) e de grande comprimento de onda ( $R_{nl}$ ):

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \text{ (mm dia}^{-1}\text{)} \quad (4)$$

$R_n$  pode ser medida por um pirradiómetro (ver capítulos 1 e 2). Contudo, é frequente não haver valores médios medidos à disposição, pelo que é necessário determinar este parâmetro a partir de valores de radiação solar e/ou de insolação, de temperatura e de humidade do ar.

d<sub>1</sub>) **determinação de  $R_{ns}$**

$R_{ns}$  depende da **radiação solar global** ( $S_g$ ) e do **albedo** ( $\rho$ ) da superfície em questão:

$$R_{ns} = (1-\rho)S_g \quad (\text{cal mm}^{-2} \text{ dia}^{-1}) \quad (5)$$

A radiação solar global pode ser medida ou estimada. Em qualquer caso, pode utilizar-se o valor de 20% para o albedo da superfície para a qual se pretende estimar a ETP (superfície cultivada com espécie de pequeno porte) se não for possível medi-lo directamente.

Para valores de  $S_g$  medidos (por um piranómetro, por exemplo),  $R_{ns}$  virá:

$$R_{ns} = 0,0136 S_g \quad (\text{mm dia}^{-1}) \quad (6)$$

Esta forma compreende a conversão das unidades de  $S_g$  (de cal cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> em mm dia<sup>-1</sup>) para um valor do albedo ( $\rho$ ) de 0,2, atendendo a que  $\lambda$  (calor latente de vaporização) tem o valor aproximado de 590 cal g<sup>-1</sup> ou 59 cal cm<sup>-2</sup>, equivalente a 1 mm de água evaporada.

Sempre que não for possível dispor de medições de  $S_g$ , utiliza-se uma expressão empírica que determina  $S_g$  em função da **percentagem de insolação** ( $n/N$ ) e da **radiação incidente no topo da atmosfera** ( $S_{atm}$ ):

$$S_g = (a + b \frac{n}{N}) S_{atm} \quad (\text{mm dia}^{-1}) \quad (7)$$

onde **n** é a insolação real, **N** é a insolação máxima possível (insolação astronómica) e **a** e **b** são constantes empíricas para cada local (para Portugal Continental **a = 0,18** e **b = 0,62**). A insolação real é um dado climático normalmente medido enquanto que cada valor mensal de **N** é constante para uma dada latitude (ANEXO C1). Os valores de  $S_{atm}$  variam com a latitude e, em cada lugar, com a altura do ano (ANEXO C6). Para  $\rho=0,2$   $R_{ns}$  virá finalmente:

$$R_{ns} = 0,8(0,18 + 0,62 \frac{n}{N}) S_{atm} \quad (\text{mm dia}^{-1}) \quad (8)$$

Para simplificação de cálculos, o factor  $a$  afectar  $S_{atm}$ , **[0,8 (a + b n/N)]**, pode ser obtido através de uma tabela (ANEXO C7).

O valor de  $R_{ns}$  também pode ser obtido a partir da seguinte expressão:

$$R_{ns} = (1-\rho) \cdot q \cdot S_{atm} \quad (\text{mm dia}^{-1}) \quad (9)$$

onde **q** o **coeficiente de transparência da atmosfera** e  $S_{atm}$  tem o significado habitual.

#### **d2) determinação de $R_{nl}$**

O balanço de radiação de grande comprimento de onda ( $R_{nl}$ ) é determinado em função da **temperatura do ar** ( $T_a$ ), da **tensão actual de vapor** ( $e_a$ ) e da **percentagem de insolação** ( $n/N$ ):

$$R_{nl} = f(t_a) f(e_a) f(n/N) \quad (\text{mm dia}^{-1}) \quad (10)$$

$$\text{onde } f(t_a) = \sigma T^4 \quad (\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4})$$

$$f(e_a) = 0,56 - 0,08 e_a^{1/2}$$

$$f(n/N) = 0,10 + 0,90 n/N$$

As tabelas do ANEXO C8 apresentam os valores de  $f(t_a)$ ,  $f(e_a)$  e  $f(n/N)$ .

#### **e) factor de ajustamento (c)**

A estimativa da ETP a partir da soma aritmética das parcelas aerodinâmica e radiativa ( $WR_n + E_a$ ) tem sido aplicada com sucesso em regiões que, em termos climáticos, se caracterizam por valores elevados de radiação ( $S_g$ ), por valores médios ou elevados de humidade relativa máxima do ar ( $HR_{m\acute{a}x} \cong 70\%$ ) e por uma velocidade do vento moderada, sem que os valores diurnos ( $V_{dia}$ ) ultrapassem, aproximadamente, o dobro dos valores médios nocturnos ( $V_{noite}$ ). Contudo, estas condições nem sempre se verificam: por exemplo, em regiões onde, em termos médios,  $V_{dia}$  excede apreciavelmente  $V_{noite}$ , em que  $HR_{m\acute{a}x}$  se aproxima dos 100% e a  $S_g$  é elevada, esta aplicação pode conduzir a erros por defeito dos valores de ETP da ordem de 15-30%;

também em regiões onde a velocidade do vento é moderada a forte (por ex., superior a 4 m s<sup>-1</sup>), a Sg elevada e a HR<sub>máx</sub> inferior a 70% durante o período noturno, a equação sobrestima os valores de ETP, que aumentam com a diminuição da razão V<sub>dia</sub>/V<sub>noite</sub>.

Por isso, em múltiplas condições torna-se necessário aplicar um factor de ajustamento (**factor c**). O ANEXO C10 mostra valores de **c** para diferentes condições de HR<sub>máx</sub>, Sg, V<sub>dia</sub> e V<sub>dia</sub>/V<sub>noite</sub>.

### 3.3. Método de Thornthwaite

Thornthwaite (1948) estabeleceu uma equação para o cálculo da evapotranspiração potencial (ETP) a partir de dados de temperatura do ar (T<sub>a</sub>). Para uma determinada latitude, a ETP mensal vem:

$$ETP = \left(\frac{l_i}{12}\right) \left(\frac{N}{30}\right) \left(\frac{10T_a}{l}\right) a_i \quad (11)$$

onde **ETP** é a evapotranspiração Potencial (em mm), **l<sub>i</sub>** é a insolação astronómica (em horas), **N** é o número de dias do mês, **T<sub>a</sub>** é a temperatura média mensal (em °C) e **a<sub>i</sub>** é um parâmetro definido por:

$$a_i = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,79 \times 10^{-2} I + 0,49 \quad (12)$$

onde **I** é o índice calórico anual, obtido pela soma aritmética dos índices calóricos mensais (**i**):

$$i = \left(\frac{T_a}{5}\right)^{1,514} \quad (13)$$

Esta expressão é empírica (baseada em resultados obtidos em evapotranspirómetros) e não tem em conta o tipo de ocupação do solo.

A aplicação da fórmula de Thorthwaite é muito morosa. O valor aproximado ao que matematicamente é obtido pela aplicação da fórmula pode ser obtido através de tabelas ou de ábacos. O uso das tabelas do ANEXO E permite ordenar o processo de cálculo da seguinte forma:

1º - Cálculo do **índice calórico mensal** (**i**) em função da temperatura (ANEXO E1)

2º - Cálculo do **índice calórico anual** (**I**) resultante do somatório dos índices calóricos mensais (**i**).

3º - Cálculo da **ETP<sub>não ajustada</sub>** em função dos valores de **I** e da temperatura do ar (os valores de ETP obtidos pelo ANEXOS E2 e E3 são valores diários, tendo como

pressuposto, apenas verdadeiro no equador, que em qualquer dia do ano a insolação real é de 12 horas).

4º - Determinação, para cada mês, do **factor de ajustamento** (f) da ETP não ajustada em função da latitude do lugar (ANEXO E4).

5º - Cálculo da **ETP<sub>ajustada</sub>** (produto entre a ETP não ajustada e o factor de ajustamento f).

Esta execução permite o preenchimento das primeiras cinco linhas do impresso que se apresenta no ANEXO D.

Os valores de ETP obtidos pelo método de Thornthwaite tem sido aplicado com sucesso em muitas zonas do mundo. Contudo, tem-se verificado que os valores tendem a sobrestimar os valores reais nas zonas húmidas e a subestimá-los nas zonas mais secas.

#### **4. EXERCÍCIOS PROPOSTOS**

1) Estimar a Evapotranspiração Potencial (ETP) para os diferentes meses do ano a partir dos dados climáticos (normais) obtidos na Estação Meteorológica de Évora, utilizando:

- a) o método de Penman
- b) o método de Thornthwaite

2) Comparar os valores de ETP obtidos pelos dois métodos

#### **BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA**

- Arya, S. P..1988.** *Introduction to micrometeorology*. Academic Press, Inc. San Diego
- Castillo, F.E. & Sentis, F.C. 1996.** *Agrometeorología*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion – Ediciones Mundi-Prensa, Madrid
- Cunha, R. 1972.** *Meteorologia Geral e Agrícola: cursos superiores de Agronomia e Silvicultura*. Universidade de Lourenço Marques, Lourenço Marques.
- FAO. 1979.** *Les besoins en eau des cultures*. 24, FAO, Rome
- Gonçalves, D. 1977.** *Cadeira de Climatologia* (Vols I e II). I.P.V.R., Vila Real.
- Hufty, A. 1976.** *Introduction a la Climatologie*. P.U.F., Paris
- Jones, H. 1983.** *Plants and Microclimate*. Cambridge University Press. Cambridge.

- Rosemberg, N., Blad, B. L. & Verma, S. B. 1983.** *Microclimate. The biological environmental* (2<sup>a</sup>ed.), John Willey & Sons, New York
- Queney, P. 1974.** *Éléments de Météorologie*. Masson et C<sup>ie</sup>, Editeurs, Paris
- Thornthwaite, C.W. 1948.** An approach toward a rational classification of climate, *Geogr. Rev.*, 38: 55-94
- Thornthwaite, C.W. & Mather, J.R. 1957.** Instructions and tables for computing Potential Evapotranspiration and the Water Balance. In “*Climatology X:3*”, Orexal, Institute of Technology, Canterton, New Jersey
- Trewartha, G. & Horn L.H. 1980.** *An Introduction to Climate*. 5<sup>th</sup> edition. MacGraw-Hill International Book Company, Aukland

## ANEXO A - INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS (Evaporação e Evapotranspiração)

### Evaporímetros (Evaporação)

<u>Propriedade física medida</u>	<u>Tipos de evaporímetros</u>	<u>ALGUMAS CARACTERÍSTICAS</u>
Nível de água na Tina (variações)	↑ Evaporímetro de Piche ↑ Tina de Classe A	↑ Tubo de vidro (invertido) com cerca de 1 cm de diâmetro; instalado em abrigos meteorológicos (padrão) ↑ Evaporímetro (diâmetro interno de 120 cm e altura de 25,5 cm); assente sobre estrado de madeira
Peso do conjunto tina/água (variações)	↑ Evaporímetro de 250 cm <sup>2</sup> de boca	↑ Tina de 250 cm <sup>2</sup> de boca; assente sobre o prato de uma balança

### Lisímetros (Evapotranspiração)

<u>Propriedade física medida</u>	<u>Tipos de lisímetros</u>	<u>ALGUMAS CARACTERÍSTICAS</u>
Água drenada e precipitação	↑ Evapotranspirómetros ou lisímetros de drenagem	↑ A água é adicionada ao sistema para que o teor de água no solo permaneça constante; ET é a diferença entre a água aplicada e a soma da água drenada com a precipitação entretanto caída ↑ Medem a ETP (Evapotranspiração potencial)
Peso do conjunto solo/água (variações)	↑ Lisímetros de peso	↑ O contentor com o solo é pesado periodicamente (a pesagem pode implicar remoção do contentor ou o uso de sensores eléctricos); o peso é convertido em valores de ETR ↑ Medem a ETR
Altura (nível) do fluido onde assenta o lisímetro	↑ Lisímetros flutuantes	↑ Flutuam sobre líquidos como a água, óleo ou líquidos pesados (por ex., cloreto de zinco); o deslocamento do fluido devido ao lisímetro é medido com um manómetro e o seu peso é determinado usando o princípio de Arquimedes ↑ (Evapotranspiração real)

**ANEXO B- CÁLCULO DA ETP PELO MÉTODO DE PENMAN (IMPRESSO)**

## EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL (Método de Penman)

**Local:** \_\_\_\_\_ **Latitude:** \_\_\_\_\_ **Longitude:** \_\_\_\_\_

**Período:** \_\_\_\_\_ **Altitude:** \_\_\_\_\_ **Altura do anemómetro:** \_\_\_\_\_

Parâmetros		Unidades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	ANO
1	T	dados	°C												
2	HR	dados	%												
3	n	dados	horas												
4	N	<u>Tab 1</u>	horas												
5	n/N	<u>[3/4]</u>													
6	e <sub>s</sub>	<u>Tab 2</u>	mb												
7	e <sub>a</sub>	<u>[6 x 2/100]</u>	mb												
8	e <sub>s</sub> -e <sub>a</sub>	<u>[6 - 7]</u>	mb												
9	v	dados	km h <sup>-1</sup>												
10	v <sub>2</sub>	<u>Tab 3</u>	km dia <sup>-1</sup>												
11	f(v)	<u>Tab 4</u>													
12	W	<u>Tab 5</u>													
13	1-W	<u>[1-12]</u>													
14	<i>Ea (Aerod.)</i>	<u>[8 x 11 x 13]</u>	mm dia <sup>-1</sup>												
15	S <sub>atm</sub>	<u>Tab 6</u>	mm dia <sup>-1</sup>												
15a	S <sub>g</sub>	<b>*1</b>	<b>*2</b>												
15b	ρ S <sub>g</sub>	<b>*3</b>	mm dia <sup>-1</sup>												
16	R <sub>ns</sub>	<b>*4</b>	mm dia <sup>-1</sup>												
17	f(t)	<u>Tab 8a</u>													
18	f(e)	<u>Tab 8b</u>													
19	f(n/N)	<u>Tab 8c</u>													
20	R <sub>nl</sub>	<u>[17 x 18 x 19]</u>	mm dia <sup>-1</sup>												
21	R <sub>n</sub>	<u>[16 - 20]</u>	mm dia <sup>-1</sup>												
22	<i>W.Rn (Radiativa)</i>	<u>[12 x 21]</u>	mm dia <sup>-1</sup>												
23	<b>ETP<sub>naj</sub></b>	<u>[14 + 22]</u>	mm dia <sup>-1</sup>												
24	HR <sub>max</sub>	dados	%												
25	v <sub>dia</sub>	dados	m s <sup>-1</sup>												
26	v <sub>noite</sub>	dados	m s <sup>-1</sup>												
27	v <sub>dia</sub> /v <sub>noite</sub>	<u>[25/26]</u>													
28	S <sub>g</sub>	<u>[15a]</u>	mm dia <sup>-1</sup>												
29	C	<u>Tab 10</u>													
30	<b>ETP</b>	<u>[23 x 29].n<sub>d</sub> (*5)</u>	mm mês <sup>-1</sup>												

**Notas:**

\*1 - **Medida** ou **calculada** a partir da expressão  $[0,18+0,62 \times 5][15]$

\*2 - **mm dia<sup>-1</sup>** para valores calculados de S<sub>g</sub>; **cal cm<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>** para valores medidos de S<sub>g</sub>

\*3 - Para valores calculados de S<sub>g</sub>:  $S_g = [0,2 \times 15a]$

\*4 - **Tab 7** se forem apenas considerados os valores de S<sub>atm</sub>;

→ **0,0136 x S<sub>g</sub>** se forem considerados os valores de S<sub>g</sub> medidos;

**[15a - 15b]** se os valores de S<sub>g</sub> forem estimados a partir dos dados de insolação/nebulosidade

**R<sub>ns</sub> medido**

\*5 - **nd** é o nº de dias de cada mês

**Nota final:** o significado dos símbolos encontra-se descrito no texto

**ANEXO B- CÁLCULO DA ETP PELO MÉTODO DE PENMAN (IMPRESSO)**  
**(continuação)**



(1ª alternativa)

15	$S_{atm}$	Tab 6	mm dia <sup>-1</sup>	
15a	$S_g$	[0,18+0,62 x 5]	mm dia <sup>-1</sup>	
15b	$\hat{S}_g$	[0,2 x 15a]	mm dia <sup>-1</sup>	
16	<b>Rns</b>	[15 x 15b]	mm dia <sup>-1</sup>	

(2ª alternativa)

15	$S_{atm}$	Tab 6	mm dia <sup>-1</sup>	
15a	factor conv.	[Tab 7]	mm dia <sup>-1</sup>	
16	<b>Rns</b>	[15 x 15a]	mm dia <sup>-1</sup>	

3ª alternativa)

15	$S_g$	(medido)	al cm-2 dia-1	
16	<b>Rns</b>	[0,0136 x $S_g$ ]	mm dia <sup>-1</sup>	



## ANEXO C - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE PENMAM

### 1- Valores médios da insolação máxima em horas (N)

LAT. N (°) LAT. S (°)	Meses											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	DEZ	NOV	OUT	SET	AGO	JUL	JUN	MAI	ABR	MAR	FEV	JAN
50	8,5	10,1	11,8	13,8	15,4	16,3	15,9	14,5	12,7	10,8	9,1	8,1
48	8,8	10,2	11,8	13,6	15,2	16,0	15,6	14,3	12,6	10,9	9,3	8,3
46	9,1	10,4	11,9	13,5	14,9	15,7	15,4	14,2	12,6	10,9	9,5	8,7
44	9,3	10,5	11,9	13,4	14,7	15,4	15,2	14,0	12,6	11,0	9,7	8,9
42	9,4	10,6	11,9	13,4	14,6	15,2	14,9	13,9	12,6	11,1	9,8	9,1
40	9,6	10,7	11,9	13,3	14,4	15,0	14,7	13,7	12,5	11,2	10,0	9,3
35	10,1	11,0	11,9	13,1	14,0	14,5	14,3	13,5	12,4	11,3	10,3	9,8
30	10,4	11,1	12,0	12,9	13,6	14,0	13,9	13,2	12,4	11,5	10,6	10,2
25	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3	13,7	13,5	13,0	12,3	11,6	10,9	10,6
20	11,0	11,5	12,0	12,6	13,1	13,3	13,2	12,8	12,3	11,7	11,2	10,9
15	11,3	11,6	12,0	12,5	12,8	13,0	12,9	12,6	12,2	11,8	11,4	11,2
10	11,6	11,8	12,0	12,3	12,6	12,7	12,6	12,4	12,1	11,8	11,6	11,5
5	11,8	11,9	12,0	12,2	12,3	12,4	12,3	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8
0	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1

## ANEXO C - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE PENMAM

2- Tensão de saturação de vapor de água ( $e_s$ , em mb),  
em função da temperatura média do ar (T, em °C)

T (°C)	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5
1	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0
2	7,1	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,5
3	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8	7,9	8,0	8,0	8,1
4	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,4	8,5	8,5	8,6	8,7
5	8,7	8,8	8,8	8,9	9,0	9,0	9,1	9,1	9,2	9,3
6	9,3	9,4	9,5	9,5	9,6	9,7	9,7	9,8	9,9	9,9
7	10,0	10,1	10,2	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,6	10,7
8	10,7	10,8	10,9	10,9	11,0	11,1	11,2	11,2	11,3	11,4
9	11,5	11,6	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,0	12,1	12,2
10	12,3	12,4	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,0
11	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,7	13,8	13,9
12	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9
13	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9
14	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	16,9
15	17,0	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9	18,1
16	18,2	18,3	18,4	18,5	18,6	18,8	18,9	19,0	19,1	19,2
17	19,4	19,5	19,6	19,7	19,9	20,0	20,1	20,2	20,4	20,5
18	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,2	21,6	21,7	21,8
19	22,0	22,1	22,2	22,4	22,5	22,7	22,8	22,9	23,1	23,2
20	23,4	23,5	23,7	23,8	24,0	24,1	24,3	24,4	24,6	24,7
21	24,9	25,0	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8	26,0	26,1	26,3
22	26,4	26,6	26,8	26,9	27,1	27,3	27,4	27,6	27,8	27,9
23	28,1	28,3	28,4	28,6	28,8	29,0	29,1	29,3	29,5	29,7
24	29,8	30,0	30,2	30,4	30,6	30,7	30,9	31,1	31,3	31,5
25	31,7	31,9	32,1	32,2	32,4	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4
26	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,8	35,0	35,2	35,4
27	35,7	35,9	36,1	36,3	36,5	36,7	36,9	37,1	37,4	37,6
28	37,8	38,0	38,2	38,5	38,7	38,9	39,1	39,4	39,6	39,8
29	40,1	40,3	40,5	40,8	41,0	41,2	41,5	41,7	42,0	42,2
30	42,4	42,7	42,9	43,2	43,4	43,7	43,9	44,2	44,4	44,7
31	44,9	45,2	45,4	45,7	46,0	46,2	46,5	46,8	47,0	47,3
32	47,6	47,8	48,1	48,4	48,6	48,9	49,2	49,5	49,7	50,0
33	50,3	50,6	50,9	51,2	51,5	51,7	52,0	52,3	52,6	52,9
34	53,2	53,5	53,8	54,1	54,4	54,7	55,0	55,3	55,6	55,9
35	56,2	56,6	56,9	57,2	57,5	57,8	58,1	58,5	58,8	59,1
36	59,4	59,8	60,1	60,4	60,7	61,1	61,4	61,7	62,1	62,4
37	62,8	63,1	63,5	63,8	64,1	64,5	64,8	65,2	65,6	65,9
38	66,3	66,6	67,0	67,4	67,7	68,1	68,5	68,8	69,2	69,6
39	69,9	70,3	70,7	71,1	71,5	71,8	72,2	72,6	73,0	73,4
40	73,8	74,2	74,6	75,0	75,4	75,8	76,2	76,6	77,0	77,4
41	77,8	78,2	78,6	79,1	79,5	79,9	80,3	80,7	81,2	81,6
42	82,0	82,5	82,9	83,3	83,8	84,2	84,6	85,1	85,5	86,0
43	86,4	86,9	87,3	87,8	88,2	88,7	89,2	89,6	90,1	90,6
44	91,0	91,5	92,0	92,5	92,9	93,4	93,9	94,4	94,9	95,4
45	95,9	96,3	96,8	97,3	97,8	98,3	98,9	99,4	99,9	100,4
46	100,9	101,4	101,9	102,4	103,0	103,5	104,0	104,6	105,1	105,6
47	106,2	106,7	107,2	107,8	108,3	108,9	109,4	110,0	110,5	111,1
48	111,7	112,2	112,8	113,4	113,9	114,5	115,1	115,7	116,2	116,8
49	117,4	118,0	118,6	119,2	119,8	120,4	121,0	121,7	122,2	122,8

## ANEXO C - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE PENMAM

### 3 - Conversão da velocidade do vento para uma altura de 2 metros acima da superfície terrestre

Altura da Medição (m)	FACTOR DE CORRECÇÃO	
	(v → Km h <sup>-1</sup> )	(v → Km dia <sup>-1</sup> )
0,5	1,35	32,4
1,0	1,15	27,4
1,5	1,06	25,4
2,0	1,00	24,0
3,0	0,93	22,3
4,0	0,85	21,1
5,0	0,88	20,4
6,0	0,83	19,9
7,0	0,82	19,7
8,0	0,81	19,4
9,0	0,81	19,4
10,0	0,8	19,2

## ANEXO C - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE PENMAM

4 - Valores de  $f(V)$  [= 0,27 (1+( $v_2/100$ ))] para a altura de 2 metros acima da superfície terrestre (em Km dia<sup>-1</sup>)

Vento (Km dia <sup>-1</sup> )	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	-	0,30	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51
100	0,54	0,57	0,59	0,62	0,65	0,67	0,7	0,73	0,76	0,78
200	0,81	0,84	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00	1,03	1,05
300	1,08	1,11	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24	1,27	1,30	1,32
400	1,35	1,38	1,40	1,43	1,46	1,49	1,51	1,54	1,57	1,59
500	1,62	1,65	1,67	1,70	1,73	1,76	1,78	1,81	1,84	1,90
600	1,89	1,92	1,94	1,97	2,00	2,02	2,05	2,08	2,11	2,15
700	2,16	2,19	2,21	2,24	2,27	2,29	2,32	2,35	2,38	2,40
800	2,43	2,46	2,48	2,51	2,54	2,56	2,59	2,62	2,64	2,65
900	2,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## ANEXO C - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE PENMAM

### 5 - Valores do factor W para diferentes temperaturas e altitudes

Temperatura (°C)	Altitude (m)					
	0	500	1000	2000	3000	4000
2	0,43	0,44	0,46	0,49	0,52	0,54
4	0,46	0,48	0,49	0,52	0,55	0,58
6	0,49	0,51	0,52	0,55	0,58	0,61
8	0,52	0,54	0,55	0,58	0,61	0,64
10	0,55	0,57	0,58	0,61	0,64	0,66
12	0,58	0,60	0,61	0,64	0,66	0,69
14	0,61	0,62	0,64	0,66	0,69	0,71
16	0,64	0,65	0,66	0,69	0,71	0,73
18	0,66	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75
20	0,69	0,70	0,71	0,73	0,75	0,77
22	0,71	0,72	0,73	0,75	0,77	0,79
24	0,73	0,74	0,75	0,77	0,79	0,81
26	0,75	0,76	0,77	0,79	0,81	0,82
28	0,77	0,78	0,79	0,81	0,82	0,84
30	0,78	0,79	0,80	0,82	0,84	0,85
32	0,80	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86
34	0,82	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87
36	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,89
38	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,90
40	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90

## ANEXO C - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE PENMAM

6 - Radiação Solar no topo da atmosfera ( $S_{atm}$ ) expressa no equivalente em mm dia<sup>-1</sup>

Hemisfério Norte												Lat.	Hemisfério Sul											
JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	(°)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
3,8	6,1	9,4	12,7	15,8	17,1	16,4	14,1	10,9	7,4	4,5	3,2	50	17,5	14,7	10,9	7,0	4,2	3,1	3,5	5,5	8,9	12,9	16,5	18,2
4,3	6,6	9,8	13,0	15,9	17,2	16,5	14,3	11,2	7,8	5,0	3,7	48	17,6	14,9	11,2	7,5	4,7	3,5	4,0	6,0	9,3	13,2	16,6	18,2
4,9	7,1	10,2	13,3	16,0	17,2	16,6	14,5	11,5	8,3	5,5	4,3	46	17,7	15,1	11,5	7,9	5,2	4,0	4,4	6,5	9,7	13,4	16,7	18,3
5,3	7,6	10,6	13,7	16,1	17,2	16,6	14,7	11,9	8,7	6,0	4,7	44	17,8	15,3	11,9	8,4	5,7	4,4	4,9	6,9	10,2	13,7	16,7	18,3
5,9	8,1	11,0	14,0	16,2	17,3	16,7	15,0	12,2	9,1	6,5	5,2	42	17,8	15,5	12,2	8,8	6,1	4,9	5,4	7,4	10,6	14,0	16,8	18,3
6,4	8,6	11,4	14,3	16,4	17,3	16,7	15,2	12,5	9,6	7,0	5,7	40	17,9	15,7	12,5	9,2	6,6	5,3	5,9	7,9	11,0	14,2	16,9	18,3
6,9	9,0	11,8	14,5	16,4	17,2	16,7	15,3	12,8	10,0	7,5	6,1	38	17,9	15,8	12,8	9,6	7,1	5,8	6,3	8,3	11,4	14,4	17,0	18,3
7,4	9,4	12,1	14,7	16,4	17,2	16,7	15,4	13,1	10,6	8,0	6,6	36	17,9	16,0	13,2	10,1	7,5	6,3	6,8	8,8	11,7	14,6	17,0	18,2
7,9	9,8	12,4	14,8	16,5	17,1	16,8	15,5	13,4	10,8	8,5	7,2	34	17,8	16,1	13,5	10,5	8,0	6,8	7,2	9,2	12,0	14,9	17,1	18,2
8,3	10,2	12,8	15,0	16,5	17,0	16,8	15,6	13,6	11,2	9,0	7,8	32	17,8	16,2	13,8	10,9	8,5	7,3	7,7	9,6	12,4	15,1	17,2	18,1
8,8	10,7	13,1	15,2	16,5	17,0	16,8	15,7	13,9	11,6	9,5	8,3	30	17,8	16,4	14,0	11,3	8,9	7,8	8,1	10,1	12,7	15,3	17,3	18,1
9,3	11,1	13,4	15,3	16,5	16,8	16,7	15,7	14,1	12,0	9,9	8,8	28	17,7	16,4	14,3	11,6	9,3	8,2	8,6	10,4	13,0	15,4	17,2	17,9
9,8	11,5	13,7	15,3	16,4	16,7	16,6	15,7	14,3	12,3	10,3	9,3	26	17,6	16,4	14,4	12,0	9,7	8,7	9,1	10,9	13,2	15,5	17,2	17,8
10,2	11,9	13,9	15,4	16,4	16,6	16,5	15,8	14,5	12,6	10,7	9,7	24	17,5	16,5	14,6	12,3	10,2	9,1	9,5	11,2	13,4	15,6	17,1	17,7
10,7	12,3	14,2	15,5	16,3	16,4	16,4	15,8	14,6	13,0	11,1	10,2	22	17,4	16,5	14,8	12,6	10,6	9,6	10,0	11,6	13,7	15,7	17,0	17,5
11,2	12,7	14,4	15,6	16,3	16,4	16,3	15,9	14,8	13,3	11,6	10,7	20	17,3	16,5	15,0	13,0	11,0	10,0	10,4	12,0	13,9	15,8	17,0	17,4
11,6	13,0	14,6	15,6	16,1	16,1	16,1	15,8	14,9	13,6	12,0	11,1	18	17,1	16,5	15,1	13,2	11,4	10,4	10,8	12,3	14,1	15,8	16,8	17,1
12,0	13,3	14,7	15,6	16,0	15,9	15,9	15,7	15,0	13,9	12,4	11,6	16	16,9	16,4	15,2	13,5	11,7	10,8	11,2	12,6	14,3	15,8	16,7	16,8
12,4	13,6	14,9	15,7	15,8	15,7	15,7	15,7	15,1	14,1	12,8	12,0	14	16,7	16,4	15,3	13,7	12,1	11,2	11,6	12,9	14,5	15,8	16,5	16,6
12,8	13,9	15,1	15,7	15,7	15,5	15,5	15,6	15,2	14,4	13,3	12,5	12	16,6	16,3	15,4	14,0	12,5	11,6	12,0	13,2	14,7	15,8	16,4	16,5
13,2	14,2	15,3	15,7	15,5	15,3	15,3	15,5	15,3	14,7	13,6	12,9	10	16,4	16,3	15,5	14,2	12,8	12,0	12,4	13,5	14,8	15,9	16,2	16,2
13,6	14,5	15,3	15,6	15,3	15,0	15,1	15,4	15,3	14,8	13,9	13,3	8	16,1	16,1	15,5	14,4	13,1	12,4	12,7	13,7	14,9	15,8	16,0	16,0
13,9	14,8	15,4	15,4	15,1	14,7	14,9	15,2	15,3	15,0	14,2	13,7	6	15,8	16,0	15,6	14,7	13,4	12,8	13,1	14,0	15,0	15,7	15,8	15,7
14,3	15,0	15,5	15,5	14,9	14,4	14,6	15,1	15,3	15,1	14,5	14,1	4	15,5	15,8	15,6	14,9	13,8	13,2	13,4	14,3	15,1	15,6	15,5	15,4
14,7	15,3	15,6	15,3	14,6	14,2	14,3	14,9	15,3	15,3	14,8	14,4	2	15,3	15,7	15,7	15,1	14,1	13,5	13,7	14,5	15,2	15,5	15,3	15,1
15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8	0	15,0	15,5	15,7	15,3	14,4	13,9	14,1	14,8	15,3	15,4	15,1	14,8

## ANEXO C- CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE PENMAM

7 - Factor de conversão da radiação solar no topo da atmosfera ( $S_{atm}$ )  
em balanço da radiação de pequeno comprimento de onda ( $R_{ns}$ ) para o  
albedo (2) de 0,20 e para diferentes valores da percentagem da insolação ( $n/N$ )

(n/N)	(1-2)(0,18 + 0,62 n/N)
0,00	0,144
0,05	0,169
0,10	0,189
0,15	0,218
0,20	0,243
0,25	0,268
0,30	0,293
0,35	0,318
0,40	0,342
0,45	0,367
0,50	0,392
0,55	0,417
0,60	0,442
0,65	0,466
0,70	0,491
0,75	0,516
0,80	0,541
0,85	0,566
0,90	0,590
0,95	0,615
1,00	0,640

**ANEXO C - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL  
PELO MÉTODO DE PENMAM**

**8 - Efeitos da (a) temperatura do ar ( $T_a$ , em °C), da (b) tensão de vapor ( $e$ , em mb)  
e da (c) percentagem de insolação ( $n/N$ ) no balanço de radiação  
de grande comprimento de onda**

**(8a)**

$T_a$ (°C)	$f(T) = 2T_a^4$
0	11
2	11,4
4	11,7
6	12
8	12,4
10	12,7
12	13,1
14	13,5
16	13,8
18	14,2
20	14,6
22	15
24	15,4
26	15,9
28	16,3
30	16,7
32	17,2
34	17,7
36	18,1

**(8b)**

$e$ (mb)	$f(e) =$ $= 0,56 - 0,08(e)^{1/2}$
6	0,36
8	0,33
10	0,31
12	0,28
14	0,26
16	0,24
18	0,22
20	0,2
22	0,18
24	0,17
26	0,15
28	0,14
30	0,12
32	0,11
34	0,09
36	0,08
38	0,07
40	0,05

**(8c)**

$n/N$	$f(n/N) =$ $= 0,1 + 0,9n/N$
0	0,10
0,05	0,15
0,10	0,19
0,15	0,24
0,20	0,28
0,25	0,33
0,30	0,37
0,35	0,42
0,40	0,46
0,45	0,51
0,50	0,55
0,55	0,6
0,60	0,64
0,65	0,69
0,70	0,73
0,75	0,78
0,80	0,82
0,85	0,87
0,90	0,91
0,95	0,96
1,00	1,00



## ANEXO C - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE PENMAM

### 9 - Conversão de $\text{Km h}^{-1}$ em $\text{m s}^{-1}$

$\text{Km h}^{-1}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5
1	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5	5,3
2	5,6	5,8	6,1	6,4	6,7	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1
3	8,3	8,6	8,9	9,2	9,4	9,7	10,0	10,3	10,6	10,8
4	11,1	11,4	11,7	11,9	12,2	12,5	12,8	13,1	13,3	13,6
5	13,9	14,2	14,4	14,7	15,0	15,3	15,6	15,8	16,1	16,4
6	16,7	16,9	17,2	17,5	17,8	18,1	18,3	18,6	18,9	19,2
7	19,4	19,7	20,0	20,3	20,6	20,8	21,1	21,4	21,7	21,9
8	22,2	22,5	22,8	23,1	23,3	23,6	23,9	24,2	24,4	24,7
9	25,0	25,3	25,6	25,8	26,1	26,4	26,7	26,9	27,2	27,5

## ANEXO C - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE PENMAM

### 10 - Factor de Ajustamento

	HR <sub>máx</sub> = 30%				HR <sub>máx</sub> = 60%				HR <sub>máx</sub> = 90%			
Sg (mm dia <sup>-1</sup> )	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
v <sub>dia</sub> (m s <sup>-1</sup> )	v <sub>dia</sub> /v <sub>noite</sub> = 4,0											
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,79	0,81	0,92	0,97	0,92	1,00	1,11	1,19	0,99	1,10	1,27	1,32
6	0,68	0,77	0,87	0,93	0,85	0,96	1,11	1,19	0,94	1,10	1,26	1,33
9	0,55	0,65	0,78	0,90	0,76	0,88	1,02	1,14	0,88	1,01	1,16	1,27
	v <sub>dia</sub> /v <sub>noite</sub> = 3,0											
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,76	0,81	0,88	0,94	0,87	0,96	1,06	1,12	0,94	1,04	1,18	1,28
6	0,61	0,66	0,81	0,88	0,77	0,88	1,02	1,10	0,86	1,01	1,15	1,22
9	0,46	0,56	0,72	0,82	0,67	0,79	0,88	1,05	0,78	0,92	1,06	1,18
	v <sub>dia</sub> /v <sub>noite</sub> = 2,0											
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,69	0,76	0,85	0,92	0,83	0,91	0,99	1,05	0,89	0,98	1,10	1,14
6	0,53	0,61	0,74	0,84	0,70	0,80	0,94	1,02	0,79	0,92	1,05	1,12
9	0,37	0,48	0,65	0,76	0,59	0,70	0,84	0,95	0,71	0,81	0,96	1,06
	v <sub>dia</sub> /v <sub>noite</sub> = 1,0											
0	0,86	0,90	1,00	1,00	0,96	0,98	1,05	1,05	1,02	1,06	1,10	1,10
3	0,64	0,71	0,82	0,89	0,78	0,86	0,94	0,99	0,85	0,92	1,01	1,05
6	0,43	0,53	0,68	0,79	0,62	0,70	0,84	0,93	0,72	0,82	0,95	1,10
9	0,27	0,41	0,59	0,70	0,50	0,60	0,75	0,87	0,62	0,72	0,87	0,96

## ANEXO D - CÁLCULO DO BALANÇO HÍDRICO PELO MÉTODO DE THORNTHWAITE-MATHER

- Balanço Hídrico (Método Thornthwaite-Mather)

**Local** \_\_\_\_\_

**Latitude** \_\_\_\_\_

**Longitude** \_\_\_\_\_

**Período** \_\_\_\_\_

**Altitude** \_\_\_\_\_

**Capacidade Utilizável:**

Parâmetros				Unidades	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
1	T	dados		°C													
2	I	tabela		°C													
3	ETP <sub>naj</sub>	tabela		mm													
4	f	tabela		12 horas													
5	EPT <sub>aj</sub>			mm													
6	R	dados		mm													
7	R-ETP			mm													
8	L			mm													
9	$\lambda$																
10	$\lambda$	tabela															
11	A			mm													
12	$\lambda A$			mm													
13	ETR			mm													
14	D			mm													
15	S			mm													

Nota final: o significado dos símbolos encontra-se descrito no texto

## ANEXO E - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE THORNTHWAITE

### 1 - Índice calórico

Valores mensais de "i" correspondentes a temperaturas médias mensais (°C)										
T°C	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
1	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,23
2	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,37	0,39	0,42	0,44
3	0,46	0,48	0,51	0,53	0,56	0,58	0,61	0,63	0,66	0,69
4	0,71	0,74	0,77	0,80	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,97
5	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,16	1,19	1,22	1,25	1,28
6	1,32	1,35	1,38	1,42	1,45	1,49	1,52	1,56	1,59	1,63
7	1,66	1,70	1,74	1,77	1,81	1,85	1,88	1,92	1,96	2,00
8	2,04	2,08	2,11	2,15	2,19	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39
9	2,43	2,48	2,52	2,56	2,60	2,64	2,68	2,73	2,77	2,81
10	2,86	2,90	2,94	2,99	3,03	3,07	3,12	3,16	3,21	3,25
11	3,30	3,34	3,39	3,44	3,48	3,53	3,58	3,62	3,67	3,72
12	3,76	3,81	3,86	3,91	3,96	4,00	4,05	4,10	4,15	4,20
13	4,25	4,30	4,35	4,40	4,45	4,50	4,55	4,60	4,65	4,70
14	4,75	4,80	4,86	4,91	4,96	5,01	5,07	5,12	5,17	5,22
15	5,28	5,33	5,38	5,44	5,49	5,55	5,60	5,65	5,71	5,76
16	5,82	5,87	5,93	5,98	6,04	6,10	6,15	6,21	6,26	6,32
17	6,38	6,43	6,49	6,55	6,61	6,66	6,72	6,78	6,84	6,90
18	6,95	7,01	7,07	7,13	7,19	7,25	7,31	7,37	7,43	7,49
19	7,55	7,61	7,67	7,73	7,79	7,85	7,91	7,97	8,03	8,10
20	8,16	8,22	8,28	8,34	8,41	8,47	8,53	8,59	8,66	8,72
21	8,78	8,85	8,91	8,97	9,04	9,10	9,16	9,23	9,29	9,36
22	9,42	9,49	9,55	9,62	9,68	9,75	9,81	9,88	9,95	10,01
23	10,08	10,15	10,21	10,28	10,35	10,41	10,48	10,55	10,61	10,68
24	10,75	10,82	10,89	10,95	11,02	11,09	11,16	11,23	11,30	11,37
25	11,44	11,50	11,57	11,64	11,71	11,78	11,85	11,92	11,99	12,06
26	12,13	12,21	12,28	12,35	12,42	12,49	12,56	12,63	12,70	12,78
27	12,85	12,92	12,99	13,07	13,14	13,21	13,28	13,36	13,43	13,50
28	13,58	13,65	13,72	13,80	13,87	13,94	14,02	14,09	14,17	14,24
29	14,32	14,39	14,47	14,54	14,62	14,69	14,77	14,84	14,92	14,99
30	15,07	15,15	15,22	15,30	15,38	15,45	15,53	15,61	15,68	15,76
31	15,84	15,91	15,99	16,07	16,15	16,23	16,30	16,38	16,46	16,54
32	16,62	16,70	16,77	16,85	16,93	17,01	17,09	17,17	17,25	17,33
33	17,41	17,49	17,57	17,65	17,73	17,81	17,89	17,97	18,05	18,13
34	18,21	18,30	18,38	18,46	18,54	18,62	18,70	18,79	18,87	18,95
35	19,03	19,11	19,20	19,28	19,36	19,44	19,53	19,61	19,69	19,78
36	19,86	19,94	20,03	20,11	20,20	20,28	20,36	20,45	20,53	20,62
37	20,70	20,79	20,87	20,96	21,04	21,13	21,21	21,30	21,38	21,47
38	21,56	21,64	21,73	21,81	21,90	21,99	22,07	22,16	22,25	22,33
39	22,42	22,51	22,59	22,68	22,77	22,86	22,94	23,03	23,12	23,21
40	23,30	23,38	23,47	23,56	23,65	23,74	23,83	23,92	24,00	24,09
41	24,18	24,27	24,36	24,45	24,54	24,63	24,72	24,81	24,90	24,99
42	25,08	25,17	25,26	25,35	25,44	25,54	25,63	25,72	25,81	25,90
43	25,99	26,08	26,17	26,27	26,36	26,45	26,54	26,63	26,73	26,82
44	26,91	27,00	27,10	27,19	27,28	27,38	27,47	27,56	27,66	27,75
45	27,84	27,94	28,03	28,12	28,22	28,31	28,41	28,50	28,60	28,69
46	28,79	28,88	28,98	29,07	29,17	29,26	29,36	29,45	29,55	29,64
47	29,74	29,83	29,93	30,03	30,12	30,22	30,31	30,41	30,51	30,60
48	30,70	30,80	30,90	30,99	31,09	31,19	31,28	31,38	31,48	31,58
49	31,67	31,77	31,87	31,97	32,07	32,17	32,26	32,36	32,46	32,56

## ANEXO E - CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DE THORNTHWAITE

2- Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada (mm)  
para diferentes temperaturas médias (°C) e valores de "I" (índice calórico)

T°C / I	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50	52,5
0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,25	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,50	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,75	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
1,00	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,25	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1,50	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
1,75	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
2,00	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2,25	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
2,50	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
2,75	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
3,00	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
3,25	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
3,50	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
3,75	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
4,00	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
4,25	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
4,50	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
4,75	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
5,00	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5
5,25	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
5,50	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
5,75	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6
6,00	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
6,25	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
6,50	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7
6,75	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
7,00	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
7,25	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
7,50	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
7,75	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9
8,00	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
8,25	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0
8,50	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
8,75	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
9,00	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1
9,25	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
9,50	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2
9,75	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2
10,00	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
10,25	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3
10,50	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4
10,75	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4
11,00	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4
11,25	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
11,50	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5
11,75	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
12,00	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6
12,25	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6
12,50	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
12,75	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7
13,00	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8

**Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada (mm)  
para diferentes temperaturas médias (°C) e valores de "I" (cont.)**

T°C / I	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50	52,5
13,25	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8
13,50	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9
13,75	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9
14,00	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9
14,25	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0
14,50	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0
14,75	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1
15,00	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1
15,25	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2
15,50	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2
15,75	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3
16,00	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3
16,25	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4
16,50	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4
16,75	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5
17,00	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5
17,25	3,1	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6
17,50	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6
17,75	3,2	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7
18,00	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7
18,25	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8
18,50	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8
18,75	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9
19,00	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9
19,25	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0
19,50	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0
19,75	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1
20,00	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1
20,25	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2
20,50	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2
20,75	3,7	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3
21,00	3,7	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3
21,25	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
21,50	3,8	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4
21,75	3,8	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
22,00	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5
22,25	3,9	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6
22,50	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6
22,75	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7
23,00	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
23,25	4,1	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8
23,50	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
23,75	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
24,00	4,2	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9
24,25	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
24,50	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
24,75	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
25,00	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
25,25	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
25,50	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
25,75	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
26,00	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
26,25	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
26,50	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5

**Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada (mm)  
para diferentes temperaturas médias (°C) e valores de "I" (índice calórico)**

T°C / I	55	57,5	60	62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80	82,5
0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,00	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,25	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,50	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,75	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,00	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,25	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
2,50	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2,75	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3,00	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3,25	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3,50	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3,75	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4,00	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
4,25	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
4,50	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
4,75	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
5,00	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
5,25	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
5,50	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
5,75	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
6,00	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
6,25	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
6,50	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
6,75	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
7,00	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
7,25	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
7,50	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
7,75	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
8,00	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
8,25	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
8,50	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
8,75	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
9,00	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
9,25	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
9,50	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
9,75	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
10,00	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
10,25	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
10,50	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
10,75	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
11,00	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
11,25	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9
11,50	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
11,75	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0
12,00	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
12,25	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1
12,50	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
12,75	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2
13,00	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,2

**Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada (mm)  
para diferentes temperaturas médias (°C) e valores de "I" (cont.)**

T°C / I	55	57,5	60	62,5	65	67,5	70	72,5	75	77,5	80	82,5
13,25	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3
13,50	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3
13,75	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4
14,00	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4
14,25	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5
14,50	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5
14,75	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6
15,00	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6
15,25	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7
15,50	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
15,75	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
16,00	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8
16,25	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9
16,50	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9
16,75	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
17,00	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
17,25	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1
17,50	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1
17,75	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2
18,00	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3
18,25	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
18,50	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4
18,75	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
19,00	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5
19,25	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
19,50	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6
19,75	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
20,00	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
20,25	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8
20,50	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9
20,75	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
21,00	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0
21,25	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
21,50	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1
21,75	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
22,00	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
22,25	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
22,50	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
22,75	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
23,00	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
23,25	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
23,50	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
23,75	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
24,00	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
24,25	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
24,50	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
24,75	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
25,00	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0
25,25	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
25,50	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
25,75	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
26,00	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
26,25	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
26,50	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5



**Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada (mm)  
para diferentes temperaturas médias (°C) e valores de "I" (cont.)**

T°C / I	85	87,5	90	92,5	95	97,5	100	102,5	105	107,5	110	112,5
0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,50	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,75	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,00	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,25	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,50	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,75	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,00	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,25	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,50	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4,75	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5,00	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5,25	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5,50	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5,75	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
6,00	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
6,25	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
6,50	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
6,75	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
7,00	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
7,25	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
7,50	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
7,75	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
8,00	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
8,25	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
8,50	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
8,75	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
9,00	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
9,25	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
9,50	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
9,75	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
10,00	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
10,25	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
10,50	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
10,75	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
11,00	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
11,25	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
11,50	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
11,75	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
12,00	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
12,25	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
12,50	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
12,75	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7
13,00	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8

**Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada (mm)  
para diferentes temperaturas médias (°C) e valores de "I" (cont.)**

T°C / I	85	87,5	90	92,5	95	97,5	100	102,5	105	107,5	110	112,5
13,25	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8
13,50	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
13,75	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
14,00	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9
14,25	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
14,50	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0
14,75	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1
15,00	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,1
15,25	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
15,50	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2
15,75	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3
16,00	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3
16,25	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4
16,50	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4
16,75	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
17,00	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5
17,25	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6
17,50	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6
17,75	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7
18,00	2,3	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
18,25	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8
18,50	2,4	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9
18,75	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
19,00	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
19,25	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1
19,50	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1
19,75	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2
20,00	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3
20,25	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4
20,50	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
20,75	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
21,00	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6
21,25	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7
21,50	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7
21,75	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8
22,00	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9
22,25	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0
22,50	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
22,75	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
23,00	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
23,25	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3
23,50	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
23,75	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4
24,00	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5
24,25	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6
24,50	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7
24,75	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8
25,00	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9
25,25	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0
25,50	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1
25,75	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2
26,00	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3
26,25	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,4
26,50	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5

**Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada (mm)  
para diferentes temperaturas médias (°C) e valores de "I" (cont.)**

T°C / I	115	117,5	120	122,5	125	127,5	130	132,5	135	137,5	140
0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,75	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,00	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,25	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,50	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,75	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6,00	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
6,25	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
6,50	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
6,75	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
7,00	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
7,25	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
7,50	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
7,75	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
8,00	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
8,25	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
8,50	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
8,75	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
9,00	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
9,25	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
9,50	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
9,75	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
10,00	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
10,25	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
10,50	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
10,75	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
11,00	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
11,25	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
11,50	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
11,75	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
12,00	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
12,25	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
12,50	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
12,75	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
13,00	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4

**Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada (mm)  
para diferentes temperaturas médias (°C) e valores de "I" (cont.)**

T°C / I	115	117,5	120	122,5	125	127,5	130	132,5	135	137,5	140
13,25	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
13,50	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
13,75	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
14,00	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5
14,25	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5
14,50	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
14,75	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6
15,00	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
15,25	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
15,50	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
15,75	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
16,00	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
16,25	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
16,50	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9
16,75	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0
17,00	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
17,25	1,6	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1
17,50	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
17,75	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2
18,00	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3
18,25	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4
18,50	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4
18,75	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
19,00	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5
19,25	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
19,50	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6
19,75	2,2	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7
20,00	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8
20,25	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9
20,50	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0
20,75	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1
21,00	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2
21,25	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3
21,50	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3
21,75	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4
22,00	2,9	2,8	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5
22,25	3,0	2,9	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6
22,50	3,1	3,0	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7
22,75	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8
23,00	3,3	3,2	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9
23,25	3,3	3,3	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0
23,50	3,4	3,4	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1
23,75	3,5	3,5	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1
24,00	3,5	3,5	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2
24,25	3,6	3,6	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	3,3
24,50	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4
24,75	3,8	3,8	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5
25,00	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7
25,25	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8
25,50	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9
25,75	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,1
26,00	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2
26,25	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,3
26,50	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4

## ANEXO E- CÁLCULO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL PELO MÉTODO DETHORNTHWAITE

**3 - Valores diários da Evapotranspiração Potencial não ajustada para  
temperaturas médias superiores a 26,5°C**

	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
26						4,5	4,5	4,6	4,6	4,6
27	4,6	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9
28	4,9	5	5	5	5	5,1	5,1	5,1	5,1	5,2
29	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4
30	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,6
31	5,6	5,6	5,6	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8
32	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,9	5,9	5,9	5,9
33	5,9	5,9	5,9	5,9	6	6	6	6	6	6
34	6	6	6	6	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
35	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
36	6,1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
37	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
38	6,2									

**FONTE: C.W. Thornthwaite e Mather (1957)**